

BEST AVAILABLE COPY

PUB-NO: DE003919299A1
DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 3919299 A1
TITLE: Corrugated diaphragm
PUBN-DATE: January 4, 1990

INVENTOR-INFORMATION:

NAME COUNTRY
LECHNER, HUBERT DIPL CH ING

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME COUNTRY ASSIGNEE-INFORMATION:
LANDIS & GYR AG CH

APPL-NO: DE03919299

APPL-DATE: June 13, 1989

PRIORITY-DATA: CH00245388A (June 28, 1988)

corrugated diaphragm pressure flexible diaphragm

INT-CL (IPC): F16J003/02, G01F001/38, G01L007/08, G05D007/00

EUR-CL (EPC): F16J003/02, G01F001/38, G01F015/16, G01L007/08, G05D016/06

ABSTRACT:

In a corrugated diaphragm (1), the radii (R) and the depth (T) of the individual waves (5) increase from the edge (3) towards the centre (4). In this way it is achieved that the deflection of the corrugated diaphragm (1) by a pressure difference acting across the corrugated diaphragm (1) represents a root function of the pressure difference. For raising the sensitivity of the corrugated diaphragm (1), this can be domed. Such a corrugated diaphragm (1) can be used to

advantage in a flow quantity measuring device or flow quantity control device. 

13/7/1
a1/96D R

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 3919299 A1

⑯ Int. Cl. 6:
G 01 L 7/08
G 01 F 1/38
G 05 D 7/00
F 16 J 3/02

DE 3919299 A1

⑯ Aktenzeichen: P 39 19 299.7
⑯ Anmeldetag: 13. 6. 89
⑯ Offenlegungstag: 4. 1. 90

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯
28.06.88 CH 02453/88

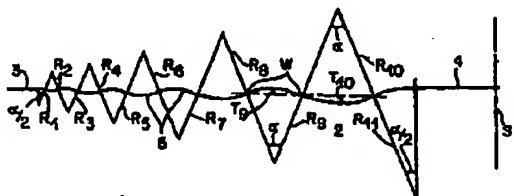
⑯ Anmelder:
LGZ Landis & Gyr Zug AG, Zug, CH

⑯ Vertreter:
Müller, H., Dipl.-Ing., 8000 München; Schupfner, G.,
Dipl.-Chem. Dr.phil.nat., 2110 Buchholz; Geiger, H.,
Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

⑯ Erfinder:
Lechner, Hubert, Dipl.-Ing., Zug, CH

⑯ Wellmembran

Bei einer Wellmembran (1) nehmen die Radien (R) und die Tiefe (T) der einzelnen Wellen (5) vom Rand (3) gegen das Zentrum (4) hin zu. Damit wird erreicht, daß die Auslenkung der Wellmembran (1) durch eine über der Wellmembran (1) wirkende Druckdifferenz eine Wurzelfunktion der Druckdifferenz darstellt. Zur Erhöhung der Empfindlichkeit der Wellmembran (1) kann diese verwölkt sein. Eine solche Wellmembran (1) kann mit Vorteil in einem Durchflußmengen-Meßgerät oder -Regelgerät verwendet werden.



DE 3919299 A1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Wellmembran der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art.

Solche Wellmembranen werden vorteilhaft in Druckmeßgeräten und Druckregelgeräten verwendet, wobei entweder der absolute Druck oder der Differenzdruck gemessen bzw. geregelt wird. Mittels einer Druckmessung können auch andere Größen bestimmt bzw. geregelt werden, die sich auf eine Druckmessung zurückführen lassen. Genannt seien hier Höhenmessungen, Temperaturmessungen und Messungen durchfließender Volumina eines Mediums.

Gestalt und Eigenschaften von Wellmembranen sind ausführlich beschrieben in M. Di Giovanni: "Flat and corrugated diaphragm design handbook", 1982, Marcel Dekker Verlag, New York. Darin ist näher ausgeführt, auf welche Weise sich bestimmte Eigenschaften einer Membran verändern lassen.

Wenn mittels einer Membran enthaltenden Vorrichtung ein Druck in eine beispielsweise elektrische Größe gewandelt werden soll, so haben die Eigenschaften der Membran eine besondere Bedeutung. Besteht zwischen dem Druck und der gewandelten Größe ein linearer Zusammenhang, so ist es besonders zweckmäßig, eine Membran mit streng linearer Kraft/Weg-Kennlinie einzusetzen und auch bei jenem Wandler, der den mechanischen Weg in ein elektrisches Signal umwandelt, einen solchen mit linearer Kennlinie zu verwenden.

Bei Durchflußmeßgeräten (DE 32 44 688) ist es üblich, den Druckabfall über ein Strömungshindernis, — ein Ventil oder eine Meßblende —, zu erfassen und die Druckdifferenz zwischen dem Raum vor dem Strömungshindernis und dem Raum hinter dem Strömungshindernis in ein elektrisches Signal umzuwandeln. Diese sogenannte Durchflußmessung nach dem Wirkdruckverfahren erfordert es, den mittels einer Meßmembran gewonnenen Weg so in ein elektrisches Signal umzusetzen, daß dem nichtlinearen Zusammenhang zwischen Druckdifferenz und Durchflußmenge Rechnung getragen wird. Bei Verwendung einer Meßmembran mit linearer Kraft/Weg-Kennlinie und eines Weg/Spannungswandlers mit ebenfalls linearer Kennlinie ist wegen des nichtlinearen Zusammenhangs zwischen der Druckdifferenz Δp und der Durchflußmenge q_v gemäß

$$\Delta p = k_1 q_v^2 \text{ bzw. } q_v = k_2 \sqrt{\Delta p},$$

wobei und k_1 und k_2 Korrekturfaktoren bedeuten, ein weiterer Wandler erforderlich, der den der Durchflußmenge proportionalen Meßwert radiziert.

Im Flat and Corrugated Diaphragm Design Handbook, Seite 337, ist beschrieben, wie vorgegangen werden kann, um Membranen mit nichtlinearer Kennlinie zu schaffen. Es ist auch bekannt, Membranen durch Zusammensetzen mehrerer Wellmembranen mit unterschiedlicher Kennlinie zu gewinnen. Solche Membranen, wie sie beispielsweise in hochgenauen Höhenmessern für Flugzeuge Verwendung finden, sind außerordentlich teuer in der Fertigung und kommen deshalb für Massenprodukte wie Durchflußmesser nicht in Frage.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine einfach herzustellende Wellmembran zu schaffen, bei der der aus der Druckdifferenz über der Wellmembran resultierende Weg eine möglichst genaue Annäherung an

die Wurzelfunktion der Druckdifferenz ist, so daß bei Verwendung der Wellmembran zur Durchflußmessung nach dem Wirkdruckverfahren ein zusätzlicher Wandler mit radizierender Kennlinie entbehrlich ist.

Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen genannt.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert.

Es zeigt

Fig. 1 einen unmaßstäblichen zentrischen Schnitt durch eine Wellmembran.

Fig. 2 eine Meridianlinie einer Wellmembran entlang ihres Radius gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 3 eine Meridianlinie gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel, und

Fig. 4 eine Meridianlinie gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel.

In der Fig. 1 bedeutet 1 eine Wellmembran. Deren

20 Meridianlinie ist hier und in den weiteren Figuren mit 2 bezeichnet. Die Wellmembran 1 besitzt einen umlaufenden flachen Rand 3, der sich zur Befestigung der Wellmembran 1 eignet, eine ebene Zentrumslinie 4 und im Bereich zwischen Rand 3 und Zentrumslinie 4 zum Beispiel durch Tiefziehen eingeförmte Wellen 5. Mit 5 ist eine Symmetrielinie bezeichnet. Die Wellen 5 bilden konzentrische Kreise, so daß alle Schnitte entlang jedes beliebigen Durchmessers der Wellmembran 1 identisch sind.

Der Rand 3, der gemäß diesem Ausführungsbeispiel flach ist, kann aber auch durch Tiefziehen abgewinkelt sein.

Zur Darstellungsvereinfachung ist in den Fig. 2 und 3 nicht die Wellmembran 1 selbst, sondern nur deren Meridianlinie 2 gezeichnet. Eingezeichnet sind Konstruktionshilfslinien, die die Form der Wellmembran 1 definieren. Jede Welle 5 ist charakterisiert durch ihren Radius R und einen Zentrumswinkel α . Die Länge des Bogens und die Tiefe der Welle sind durch den Radius R und den Zentrumswinkel 4α gleichfalls eindeutig bestimmt.

Jede Welle 5 stößt unmittelbar an die folgende Welle 5. Am Übergang von einer Welle 5 zur folgenden Welle 5 existiert ein Wendepunkt W im Kurvenzug der Meridianlinie 2.

Bei einer Wellmembran 1 gemäß der Fig. 2 sind alle Zentrumswinkel α gleich. Die äußerste Welle 5 mit dem Radius R_1 und die innerste Welle 5 mit dem Radius R_{11} unterscheiden sich von den anderen Wellen 5 dadurch, daß sie einseitig nicht an eine weitere Welle 5, sondern an eine ebene Fläche anschließen. Deshalb beträgt ihr Zentrumswinkel nur $\alpha/2$.

Eine gute Annäherung an die Idealform der radizierenden Kennlinie ergibt sich für eine Wellmembran 1 mit einer zwischen einem Rand 3 und einer Zentrumslinie 4 eingeförmten endlichen Zahl von Wellen 5, wobei die Räden R_i und/oder die Tiefen T_i der einzelnen Wellen 5 vom Rand 3 gegen die Zentrumslinie 4 hin zunehmen.

Die Größe der Wellmembran 1, deren Dicke und die Zahl der Wellen 5 richten sich danach, für welchen Druckbereich die Wellmembran 1 auszulegen ist. Für einen Druckbereich von 2000 bis 10000 Pa bietet beispielsweise eine Wellmembran 1 mit einem Außen-durchmesser von 18 mm, einer Dicke von 0,15 mm bei Verwendung von 17/7-Chrom-Nickel-Stahl und einer Zahl von zwanzig Wellen 5 eine gute Annäherung an die Idealform der radizierenden Kennlinie.

Die Radien R_x der einzelnen Wellen 5 bilden eine geometrische Reihe. Der Radius R_2 der zweiten Welle 5 entspricht dem Produkt aus dem Radius R_1 der ersten Welle 5 und einem Faktor F , der größer als 1 ist. Der Radius R_3 der dritten Welle 5 entspricht dem Produkt aus dem Radius R_2 der zweiten Welle 5 und dem gleichen Faktor F . Die Zähldirection ist dabei von außen nach innen.

Die Wendepunkte zwischen den einzelnen Wellen 5 liegen dabei alle in einer Ebene.

Eine gute Annäherung der Kraft/Weg-Kennlinie der Wellmembran 1 an die Wurzelfunktion ergibt sich beispielsweise, wenn der Zentrumswinkel α etwa 45 Grad beträgt und der Faktor F einen Wert von etwa 1,25 hat. Die Tiefe T der Wellen ergibt sich als Funktion von Zentrumswinkel α und Radius R_x . Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind in der Fig. 2 nur die Tiefen T_3 und T_{10} als Beispiele für die Tiefe T_x der Wellen 5 eingezeichnet.

Statt eines von Welle 5 zu Welle 5 in Stufen steigenden Radius kann die Zunahme des Radius auch kontinuierlich sein. Bei der ersten Welle 5 nimmt der Radius kontinuierlich von R_1 zu R_2 zu, bei der zweiten Welle 5 von R_2 zu R_3 und bei der n-ten Welle 5 von R_n zu R_{n+1} . Auch in diesem Fall ergibt sich eine Zunahme der Tiefe T_x der einzelnen Wellen.

Für beide Seiten der Wellmembran 1 kann je eine Hüllkurve H (Fig. 1) angegeben werden, wobei die beiden Hüllkurven H zueinander symmetrisch sind. Jede Hüllkurve H im Beispiel der Fig. 1 ist eine Gerade. Die Hüllkurven H der Wellmembran 1 schließen einen Körper ein, der die Gestalt eines flachen Doppelkegels hat. Der Winkel, den die Hüllkurve H gegen die Basisfläche des Doppelkegels bildet, ist klein. Er beträgt für die radizierende Kennlinie 1,12 Grad. Daraus können der Faktor F und der Zentrumswinkel α berechnet werden.

Besonders vorteilhaft ist es, die Wellmembran 1 zu verwölben. Damit läßt sich erreichen, daß bei gegebenem wirksamen Durchmesser der Wellmembran 1 und gegebener Dicke der Wellmembran 1 die Federkonstante verringert wird. Damit wird die spezifische Auslenkung pro Druckdifferenz-Einheit größer. Dadurch steigt die Empfindlichkeit der Wellmembran 1, was gleichzeitig bedeutet, daß die Genauigkeit der Messung bei kleinen Druckdifferenz-Werten größer wird.

Durch die Verwölbung liegen die Verbindungslinien V der Kurvenwendepunkte W nicht mehr in der gleichen flachen Ebene, sondern bilden nun eine Ebene, die als Mantelfläche eines Rotationskörpers aufzufassen ist. Die Verwölbung kann so gestaltet sein, daß die Ebene der Verbindungslinien V der Kurvenwendepunkte W die Mantelfläche eines Kegels bildet (Fig. 3). Eine optimale Empfindlichkeit der Wellmembran 1 wird erreicht, wenn die durch die Ebene der Verbindungslinien V gebildete Mantelfläche des Kegels gegen die Basis des Kegels einen Winkel von 1,54 Grad bildet. Vorteilhaft kann die Verwölbung aber auch so gestaltet sein, daß die Ebene der Verbindungslinien V der Kurvenwendepunkte W die Mantelfläche eines Hyperboloid-Abschnitts ist (Fig. 4). Damit wird eine weitere Steigerung der Empfindlichkeit der Wellmembran 1 erreicht bei gleichzeitiger Abnahme der Materialbeanspruchung. Zur Verdeutlichung der Verwölbung ist bei den Fig. 3 und 4 eine unmaßstäblich überhöhte Darstellung gewählt worden.

Durch eine Verwölbung besteht allerdings keine Kennlinien-Symmetrie mehr. Während eine nicht verwölbte Wellmembran (1) eine Kennlinie besitzt, deren

Ast im dritten Quadranten (Differenzdruck und Weg negativ) symmetrisch zum Ast im ersten Quadranten (Differenzdruck und Weg positiv) ist, unterscheiden sich bei einer verwölbten Wellmembran (1) die Kennlinien im ersten und dritten Quadranten voneinander.

Eine Wellmembran (1) solcher Art kann mit Vorteil in einem Durchflußmengen-Meßgerät und/oder Durchflußmengen-Regelgerät verwendet werden, bei dem aus einer Druckdifferenz des strömenden Mediums vor und hinter einer als Blende wirkenden Einrichtung mittels besagter Wellmembran (1) und eines damit wirkverbundenen linear wirkenden Weggebers ein der Strömungsgeschwindigkeit proportionales Signal gewonnen wird. Ein zusätzlicher Signalwandler zur Radizierung des Signals ist dann nicht nötig, so daß ein solches Durchflußmengen-Meßgerät und/oder -Regelgerät besonders einfach und damit preiswert herstellbar ist.

Zur Messung einer Druckdifferenz mit Hilfe einer gewölbten Wellmembran 1 ist es vorteilhaft, wenn die Wellmembran 1 im Druckmeßgerät so eingebaut ist, daß die Verwölbungsrichtung dem positiven Differenzdruck entgegen gerichtet ist. Damit wird erreicht, daß das Durchflußmengen-Meßgerät und/oder -Regelgerät einerseits infolge der guten Anpassung an die radizierende Kennlinie sehr genau arbeitet und andererseits eine gute Ansprechempfindlichkeit hat.

Patentansprüche

1. Wellmembran (1) mit einer zwischen einem Rand (3) und einer zentrumsläche (4) eingeförmten endlichen zahl von Wellen (5), dadurch gekennzeichnet, daß die Radien R_x und/oder die Tiefen T_x der einzelnen Wellen (5) vom Rand (3) gegen die Zentrumsläche (4) hin zunehmen.
2. Wellmembran (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Radien R_x und die Tiefen T_x der einzelnen Wellen (4) vom Rand (3) gegen die Zentrumsläche (4) hin gemäß einer geometrischen Reihe zunehmen.
3. Wellmembran (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ebene der Verbindungslinien (V) der Kurvenwendepunkte (W) der Wellen (5) verwölb ist.
4. Wellmembran (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ebene der Verbindungslinien (V) der Kurvenwendepunkte (W) der Wellen (5) gebildet wird von einer Mantelfläche eines Rotationskörpers.
5. Wellmembran (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ebene der Verbindungslinien (V) der Kurvenwendepunkte (W) der Wellen (5) die Mantelfläche eines Kegels ist.
6. Wellmembran (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ebene der Verbindungslinien (V) der Kurvenwendepunkte (W) der Wellen (5) die Mantelfläche eines Hyperboloid-Abschnitts ist.
7. Verwendung einer Wellmembran (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 in einem Durchflußmengen-Meßgerät und/oder -Regelgerät, bei dem aus einer Druckdifferenz des strömenden Mediums vor und hinter einer als Strömungshindernis wirkenden Einrichtung mittels besagter Wellmembran (1) und eines damit wirkverbundenen, linear wirkenden Weggebers ein der Strömungsgeschwindigkeit proportionales Signal gewonnen wird.
8. Verwendung einer Wellmembran (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 6 in einem Durchflußmengen-

Meßgerät und/oder -Regelgerät, bei dem aus einer Druckdifferenz des strömenden Mediums vor und hinter einer als Strömungshindernis wirkenden Einrichtung mittels besagter Wellmembran (1) und eines damit wirkverbundenen, linear wirkenden Weggebers ein der Strömungsgeschwindigkeit proportionales Signal gewonnen wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Verwölbung der Wellmembran (1) gegen die Richtung des wirksamen positiven Differenzdruckes gerichtet ist.

10

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

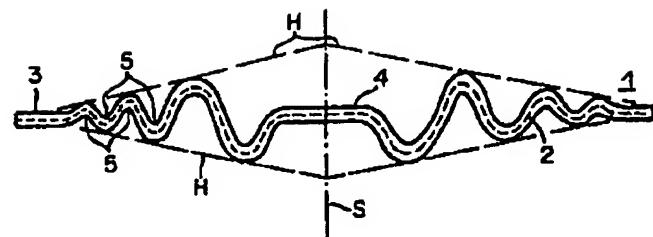


Fig. 2

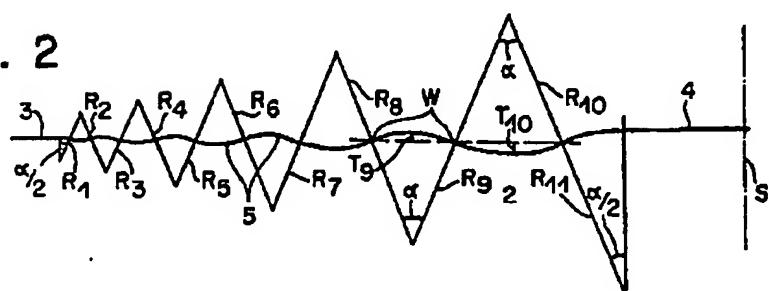


Fig. 3

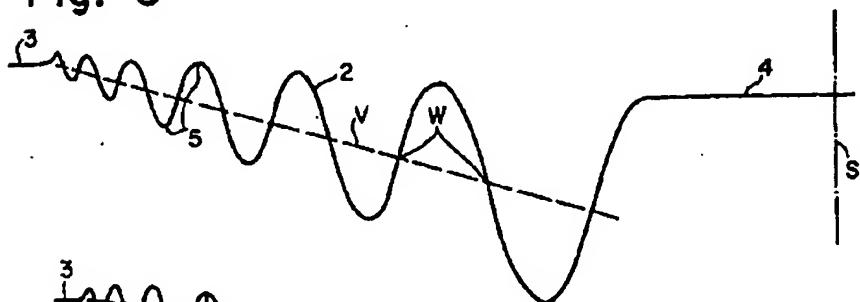


Fig. 4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.